

**Міністерство освіти та науки України**

## **ВИРОБНИЧИЙ ДИЗАЙН ТА ЕРГОНОМІКА**

**Методичні вказівки та варіанти завдань  
для виконання контрольної роботи**

**“Аналіз пропорційної будови форми промислового виробу методом золотого перерізу”  
для студентів денної та заочної форм навчання**

**Затверджено**  
редакційно-видавничою  
радою університету  
Протокол № від .05.07

Харків НТУ “ХПІ” 2007

Виробничий дизайн та ергономіка: Методичні вказівки та варіанти завдань для виконання контрольної роботи “Аналіз пропорційної будови форми промислового виробу методом золотого перерізу” для студентів денної та заочної форми навчання / Уклад. І.Ю. Адашевська, О.О. Краєвська, А.М. Краснокутський, З.М. Роженко, І.Б. Шеліхова. – Харків: НТУ “ХП”, 2007 – 27 с.

Укладачі: І.Ю. Адашевська  
О.О. Краєвська  
А.М. Краснокутський  
З.М. Роженко  
І.Б. Шеліхова

Рецензент І.О. Чермних

Кафедра нарисної геометрії та графіки

## 1. Мета виконання контрольної роботи

1. Ознайомитися з існуючими засобами пропорціювання форми виробу.
2. Оволодіти навичками виконання графічного аналізу пропорційної будови виробу методом золотого перерізу.
3. Дати оцінку форми виробу після проведення аналізу його пропорційної будови.

## 2. Зміст завдання

1. Побудувати шкалу золотого перерізу промислового виробу, обраного за варіантом.
2. Виконати графічний аналіз пропорційної будови промислового виробу порівнянням основних його розмірів із розмірами шкали золотого перерізу.
3. Порівняти одержану після пропорціювання форму виробу з заданою і дати оцінку його пропорційної будови.
4. Завдання виконати олівцем на аркуші ватману формату А3.
5. Варіанти завдань наведені в додатку 1 згідно зі списочним номером студента в журналі групи.

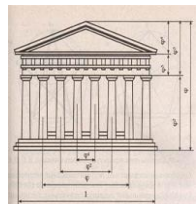
### 3. Історія золотого перетину

«Геометрія володіє двома великими скарбами. Перше - це теорема Піфагора, друге - розподіл відрізків у крайнім і середнім відношенні».

Іоган Кеплер

Прийнято вважати, що поняття про золотий розподіл увів у науковий побут Піфагор, давньогрецький філософ і математик (VI в. до н.е.) Є припущення, що Піфагор своє знання золотого розподілу запозичив у єгиптян і вавілонян. І дійсно, пропорції піраміди Хеопса, храмів, барельєфів, предметів побуту й прикрас із гробниці Тутанхамона свідчать, що єгипетські майстри користувалися співвідношеннями золотого розподілу при їхньому створенні.

Греки були довершеними геометрами. Навіть арифметиці навчали своїх дітей за допомогою геометричних фігур. Квадрат Піфагора й діагоналі цього квадрата були основою для побудови динамічних прямокутників. Також відомо, що золотий переріз широко використовувався в архитектурі та скульптурі. Прикладом тому став Пантеон і Парфенон в Греції.

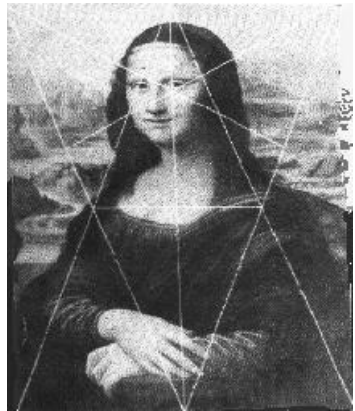


Платон (427 ... 347 р. до н.е.) також знав про золотий розподіл. Його діалог «Тимей», присвячений і естетичним поглядам школи Піфагора й, зокрема, питанням золотого розподілу.

Французький архітектор Ле Карбюз'є знайшов, що в рельєфі із храму фараона Сеті I в Абидосі й у рельєфі, що зображує фараона Рамзеса, пропорції фігур відповідають величинам золотого розподілу. Зодчий Хесира, зображений на рельєфі дерев'яної дошки із гробниці його імені, тримає в руках вимірювальні інструменти, у яких зафіксовані пропорції золотого розподілу.

В епоху Відродження підсилюється інтерес до золотого розподілу серед учених і художників у зв'язку з його застосуванням як у геометрії, так і в мистецтві, особливо в архітектурі.

Леонардо да Вінчі також багато уваги приділяв вивченню золотого розподілу. Він робив перетини стереометричного тіла, утвореного правильними п'ятикутниками, і щораз одержував прямокутники з відносинами сторін у золотому розподілі. Тому він дав цьому розподілу назву золотий перетин. Так воно й тримається дотепер, як саме популярне. Портрет Монни Лізи (Джоконди) протягом довгих років знаходиться у центрі уваги дослідників, яку знайшли, що композиція малюнка заснована на золотих трикутниках, що є частинами правильного зірчатого п'ятикутника.



Ріст людини ділиться в золотих пропорціях лінією пояса, а також лінією, проведеної через кінчики середніх пальців опущених рук, нижня частина обличчя - ротом і т.ін.

Природа здійснила розподіл на симетричні частини й золоті пропорції. У частинах проявляється повторення будови цілого.

І в рослинному й у тваринному світі наполегливо пробивається формотворна тенденція природи - симетрія щодо напрямку росту й руху. Тут золотий перетин проявляється в пропорціях частин перпендикулярно до напрямку росту.

Наприкінці 19 - початку 20 століття з'явилося чимало чисто формалістичних теорій про застосування золотого перетину в творах мистецтва й архітектури. З розвитком дизайну й технічної естетики чинність закону золотого перетину поширилася на конструювання машин, меблів і т.ін.

Закономірності «золотої» симетрії проявляються в енергетичних переходах елементарних часток, у будові деяких хімічних сполук, у планетарних і космічних системах, у генних структурах живих організмів. Ці закономірності, як зазначено вище, є в будові окремих органів людини й тіла в ці-

лому, а також проявляються в біоритмах і функціонуванні головного мозку й зорового сприйняття.

## **4. Методика графічного аналізу пропорційної будови виробу**

### ***4.1. Пропорції в художньому конструюванні***

Будь-які електро-побутові прилади повинні мати мінімальну масу, невеликі розміри, зручні форми, бути компактним та універсальним. Тому дуже важливо при проектуванні поряд з технічними характеристиками враховувати також їхні пропорції – один з класичних засобів композиції, за допомогою якого досягається організованість форми. Пропорції в художньому конструюванні — це співвідношення розмірів частин виробу в певній системі, що дозволяє досягти співмірності частин і цілого, гармонії форми виробу.

Досягнення визначених співвідношень між частинами тієї чи іншої геометричної форми називається пропорціюванням. Пропорційний – це той, що знаходиться у певному відношенні до якогось розміру. Наприклад, пропорційними величинами називають такі, які залежать одна від одної таким чином, що зі збільшенням однієї з них у декілька разів відповідно у стільки ж разів збільшується й інша. Розмірні відношення елементів форми – це та основа, на якій будується вся композиція; завдяки якій досягається

співмірність частин і цілого, тобто гармонія форми виробу. Пропорція відіграє вирішальну роль в організації геометричної форми предмета, яка, в свою чергу, має надзвичайно сильний зоровий вплив на людину і здатна викликати в неї найрізноманітніші почуття.

Пропорціювання в техніці є не тільки засобом естетизації, але й приводить до конкретного інженерного ефекту, оскільки процес гармонізації форм виробів іноді обумовлює зміну їхньої конструкції.

### **4.2. Системи пропорцій**

Пропорціювання ґрунтується на знанні системи пропорцій. Відомі модульна (арифметична) пропорція, основою якої є цілочислові відношення, і геометрична пропорція, яка ґрунтується на геометричних побудовах. Модульні пропорції застосовуються при стандартизації розмірів промислових виробів та споруд, при вирішуванні питань агрегатування технічних комплексів і встановлюють закономірності зв'язку частин і цілого шляхом повторення

розміру-модуля (рис. 1). Геометричні пропорції ґрунтуються на геометричній подібності фігур (рис. 2).

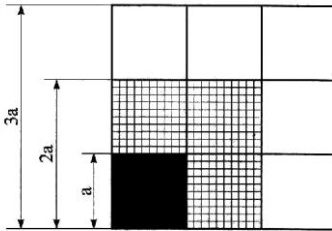


Рис. 1

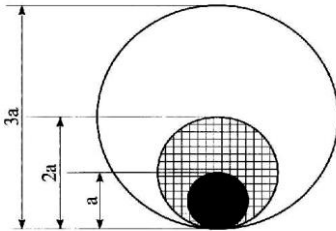


Рис. 2

У геометричних пропорціях встановлюються коефіцієнти подібності, які можуть бути рядом натуральних (1, 2, 3...) або ірраціональних ( $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{4}$ ...) чисел.

Геометричну пропорцію графічно можна виразити через подібність прямокутних трикутників (рис. 3). При цьому геометричним обґрунтуванням подібності в першому випадку (рис. 3а) є паралельність гіпотенуз ( $AB \parallel A'B'$ ), а в другому випадку - їх перпендикулярність ( $AB \perp A'B'$ ) (рис. 3б). Тому подібність прямокутників обґрунтовується паралельністю або перпендикулярністю їхніх діагоналей.

Два елементи форми, що подані у вигляді прямокутників і є геометрично подібними, як компоненти цілої композиції можуть бути в такій взаємозалежності:

- а) розчленування цілого на подібні частини (рис. 4а);
- б) супідрядність частини цілому (рис. 4б).

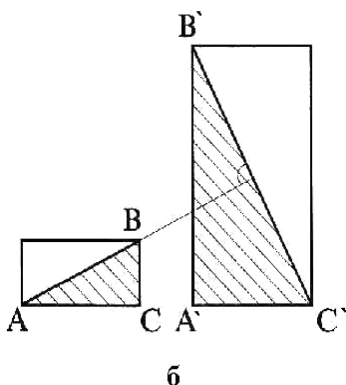
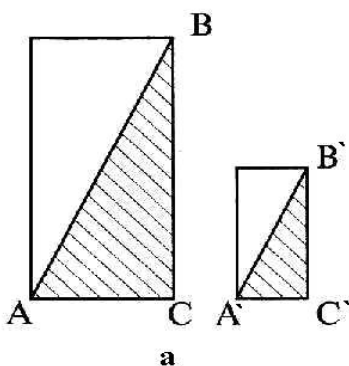


Рис. 3

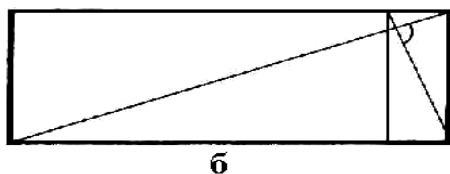
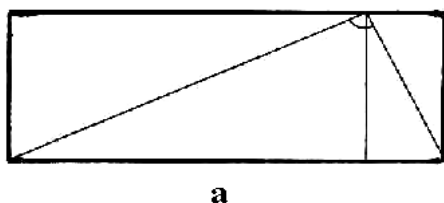


Рис. 4

Аналіз пропорційної будови форми промислового виробу на основі геометричної подібності проводять графічно на проекціях креслення виробу. Сутність графічної схеми пропорційних відношень геометричної подібності полягає в знаходженні та побудові систем паралельних і взаємно перпендикулярних прямих, які є гіпотенузами прямокутних трикутників, вписаних в ортогональні проекції виробу. При цьому супідрядність і розчленування використовуються в найрізноманітніших сполученнях і служать основними елементами пропорціювання.

Однією з давно відомих і гармонійно удосконалених пропорцій поділу цілого на дві нерівні частини є так званий золотий переріз, тобто гармонійний поділ, або поділ у крайньому і середньому відношеннях, у якому, за висловом Леонардо да Вінчі, ціле так відноситься до більшої його частини, як більша частина — до меншої. Така геометрична пропорція виявляє в природі найбільш пропорційні сполучення, що викликає почуття прекрасного.

Якщо взяти прямокутний трикутник  $ABC$  з відношенням катетів  $AB:BC = 1:2$  (рис. 5), то коефіцієнт золотого перерізу можна визначити за теоремою Піфагора:

$$X = \frac{1}{2}(\sqrt{5}-1) = M_1 = 0,618;$$

$$M_2 = M_0 - X = \frac{1}{2}(3 - \sqrt{5}) = 0,382.$$

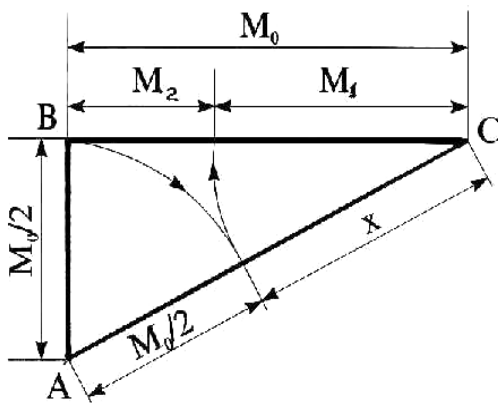


Рис. 5

Перевірка свідчить, що:

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{M_1}{M_1 + M_2},$$

тобто така геометрична побудова відповідає золотому перерізу.

Потім відрізок  $M_1$  аналогічно поділяється на  $M_3$  і  $M_4$  і т.д.

## 5. Застосування шкали золотого перерізу

Приклад виконання графічного аналізу пропорційної будови форми промислового виробу – перфоратора (рис. 6) із застосуванням шкали золотого перерізу наведений на рис. 7, де показаний спрощений головний вид виробу та шкала золотого перерізу, яка будується графічним методом. Аналіз виконано шляхом порівняння розмірів, проставлених на проекції, з діленнями шкали золотого перерізу.

Аналізуючи пропорційну будову форми за шкалою золотого перерізу, необхідно враховувати такі рекомендації:

а) за  $M_0$  використовується домінуючий (частіше габаритний) розмір форми;

б) у першу чергу слід узгоджувати з шкалою габаритні розміри форми та її основні елементи, оскільки вони впливають на візуальне сприйняття форми; тому на шкалі досить мати 4-5 ділень;

в) при узгодженні розмірів виробу з діленнями шкали бажано досягти їх збігу з основними діленнями ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  та ін.), а також  $(M_0-M_1)$ ,  $(M_1-M_2)$  та ін. В конструктивно обґрунтованих випадках може бути сполучення у вигляді різ-



ниці двох членів, що стоять не поряд ( $M_2$ - $M_4$  та ін.). При цьому треба мати на увазі, що незбіг розмірів виробу з діленнями шкали в межах 2-3 % людським оком не сприймається як помилка;

г) сполучення, одержані подвоєнням основних ділень шкали ( $2M_1$ ,  $2M_4$ ) або поділом їх пополам ( $M_0/2$ ;  $M_1/2$ ), можливі в тих випадках, коли форма виробу має осьову або дзеркальну симетрію;

д) при використанні аналізу пропорційної будови виробу слід узгоджувати зі шкалою золотого перерізу розміри тільки нерухомих його частин;

е) уточнені зі шкалою золотого перерізу розмірні лінії слід наносити на зображення виробу пунктиром;

ж) розміри частини виробу, де знаходиться мотор (двигун чи тен), не бажано зменшувати.

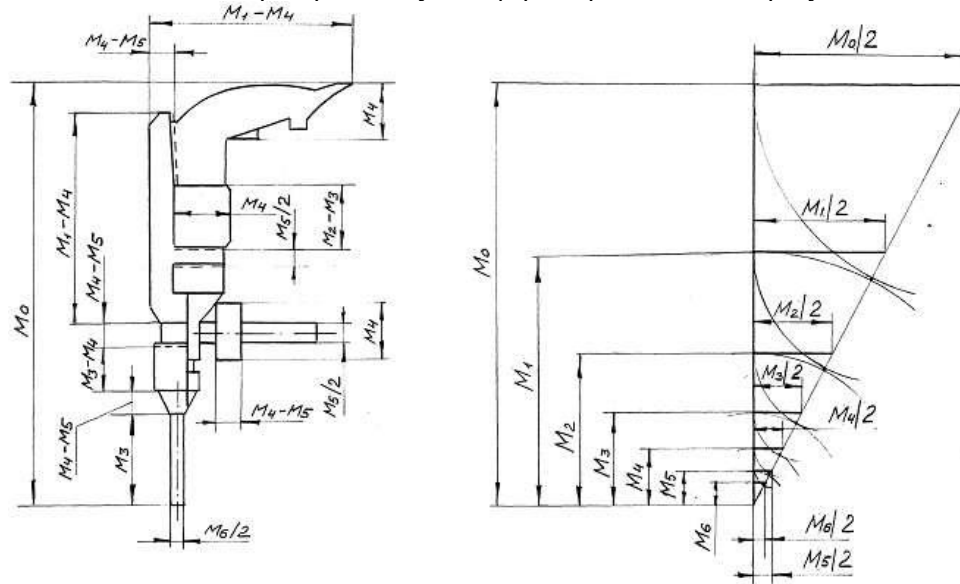
Позитивним результатом аналізу слід вважати виявлення відповідності пропорційної будови форми, що досліджується, даній системі пропорціювання або незначне ( $\approx 2\%$ ) відхилення її розмірів від шкали золотого перерізу.

Численні та значні відхилення свідчать про те, що в основі пропорційної будови лежить інша система пропорціювання.

Після проведення аналізу слід показати зміну форми промислового електро-побутового виробу пунктирною лінією та зробити висновок про те, що вона стала більш пропорційною та гармонічною, оскільки пропорції є одним зі важливіших засобів естетизації форми.



### Аналіз пропорційної будови форми промислового виробу



**Висновок:** при аналізі пропорційної будови форми перфоратору виявлені незначні відхилення його розмірів від шкали золотого перерізу. Після проведення пропорціювання його форма стала більш гармонійною та естетичною.

Рис. 7

Студент Іванов Д.В.  
Група ЕМБ -13а

Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Вариант 5



Вариант 6



Вариант 7



Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10





Вариант 11



Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



Вариант 15



Вариант 16



Вариант 17



Вариант 18



Вариант 19



Вариант 20



Вариант 21



Вариант 22



Вариант 23



Вариант 24



Вариант 25



Вариант 26





Вариант 27



Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30



## Література

1. Волкотруб И.Т. Основы художественного конструирования. Моделирование материалов и биоформ. – К.: Вища шк., 1982. – 152 с.
2. Богданович Л.Б., Бурьян В.А., Раутман Ф.И. Художественное конструирование в машиностроении. Изд 2-е. – К.: Техніка, 1976. – 184 с.
3. Фольта О.В., Смолинський Р.І. Основи художнього конструювання. – К.: Вища шк., 1973. – 142 с.
4. Сомов Ю.С. Композиция в технике. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
5. Фольта А.В Бевз Н.Д., Смолинский Р.И., Юрковский П.В. Основы художественного конструирования. Практикум. – К.: Вища школа, 1978. – 144 с.
6. Методические указания к лабораторной работе “Композиционный анализ формы промышленного изделия” / Сост. В.Г. Коршунов, В.А. Ляпун. – Харьков, ХПИ, 1986. – 10 с.
7. Ковалев Ф.В. Золотое сечение в живописи. К.: Вища школа, 1989.

Навчальне видання

Виробничий дизайн та ергономіка

Методичні вказівки та варіанти завдань  
для виконання контрольної роботи

“Аналіз пропорційної будови форми промислового виробу методом золотого  
перерізу”

для студентів денної та заочної форм навчання

Укладачі: І.Ю. Адашевська

О.О. Краєвська

А.М. Краснокутський

З.М. Роженко

І.Б. Шеліхова

Відповідальний за випуск І.Ю. Адашевська

Роботу до друку рекомендував А.Ф. Кириченко

Редактор Л.А. Копієвська

Свідоцтво про реєстрацію ДК № від \_\_.06.2007

План 2007, поз. \_\_ / \_\_

Підп. до друку ..... Формат 60x84 1/16. Папір офсетн. Друк – ризографія  
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 0,7 Обл.-вид арк. 0,8  
Тираж – 50 прим. Зам № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ “ХПІ”, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

---

Друкарня НТУ “ХПІ”